

Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kara

és

Pécsi Orvostudományi Egyetem Egészségügyi Szervezéstan Intézete

Becslési módszer

cardiovascularis kérdőíves előszűrési adatok

számítógépes értékelésének megbízhatósági paramétereire

Dr. Csébfalvi György, Dr. Szilárd István, Dr. Tényi Jenő

Előadásunk az előző két Neumann-kollokviumon ismertett kutatás egyik alapvető módszertani-számítástechnikai problémájával foglalkozik. A számítógépes kiértékeléssel egybekapcsolt, kérdőíves keringésrendszeri előszűrés kialakításával kapcsolatos eddigi tapasztalatainkat egy másik szekcióban ismertetjük.

Az előszűrési adatok számítógépes értékelésének matematikai módszere diszkriminancia analízis /DA/. A DA kiindulási adatait az orvosilag felülvizsgált populáció alkotja. Az orvosilag felülvizsgált személyeket

- a felülvizsgálat eredményét jelző Y változó  
aktuális értékével,
- a felülvizsgált személy azonosító számával,  
illetve

- a kérőíven szereplő válaszok 59 elemű vektorával jellemeztük.

A felülvizsgált személyeket a felülvizsgálat eredményétől függően három osztályba soroltuk, ennek megfelelően Y aktuális értéke 1, 2, 3 lehet.

A nagyharsányi előszűrés esetében ezidő szerint

- a P1 /a felülvizsgálat szerint egészséges, tehát orvosi ellátást nem igényel/ populáció elemszáma 110 fő,
- a P2 /a felülvizsgálat szerint sürgős orvosi ellátást nem igényel, de műszeres kivizsgálása, gondozásba vétele indokolt/ populáció elemszáma 124 fő, illetve
- a P3 /a felülvizsgálat szerint beteg, tehát sürgős orvosi ellátást, therapiát igényel/ populáció elemszáma 160 fő.

DA segítségével a következő kérdésekre kerestünk választ:

- 1./ Milyen tévedési valószínűséggel, un. intern hibával lehet a válaszvektorokból a felülvizsgálat eredményére következtetni?
- 2./ Milyen tévedési valószínűséggel, un. extern hibával lehet eldönteni, hogy egy újabb megfigyelt személy

melyik populációba tartozik, vagyis milyen megbízhatósággal helyettesítheti a számítógépes értékelés a felülvizsgálat szükségességét eldöntő orvosi tevékenységet?

Előadásunk az előszűrési adatok számítógépes értékelésének leglényegesebb problémájával, az extern megbízhatósági paraméterek becslési lehetőségeivel foglalkozik.

Az előző években folytatott módszertani vizsgálatok eredményeképpen kiválasztott automatikus osztályozási eljárás lényegét a 8. kollokviumon ismertettük. Az extern megbízhatósági paraméterek becslésére szolgáló módszer erre az eljárásra épül. Emlékeztetőül csak annyit, hogy a nagyharsányi előszűrés során felhasznált és további vizsgálatokra alkalmasnak ítélt osztályozási eljárás az általánosított, komplex értékű véges WALSH függvényeken alapul.

Az eljárás a válaszvektorokat a komplex sík pontjaira képezi le. A leképezés az általánosított WALSH függvények lineáris kombinációjaként állítható elő, amelyben minden egyes WALSH függvénynek egy-egy tünet illetve tünetcsoport felel meg. A leképezés a leképezett populációk szeparációját maximalizálja. Az eljárás döntési algoritmusa két lépcsős, vagyis először azt vizsgálja, hogy az adott válaszvektorral jellemzett személy egészségesnek

tekinthető-e?

Megjegyezzük, hogy az eljárás döntési logikája összhangban van a kanonikus diszkriminancia analízis által szolgáltatott információkkal. Az eljárással kapott eredményeinket a második szekcióban tartott előadásunk ismerteti. Előljáróban csak annyit mondhatnánk, hogy a P1 populáció leválasztása lényegesen kevesebb és kevésbé összetett információt igényel, mint a P2 illetve a P3 populáció szétválasztása. Az előadásunkban ismerttetendő "CARDINAL" programcsomag /CARDiovascularis DISzkrimiNancia ANALízis/ keretein belül az egyes döntési szintek eltérő információigénye figyelembe vehető.

DA alkalmazásakor sok esetben feltételezzük, hogy az a priori adott megfigyelési osztályokat /esetünkben P1, P2, illetve P3/ reprezentáló véletlen minta az osztályok sajátosságait, a sajátosságok közötti kapcsolatokat - a vizsgálatba bevont változókat tekintve - hűen /teljes mértékben/ tükrözi.

Ennek megfelelően a véletlen minta /az un. tananyag/ alapján előállított döntési algoritmus megbízhatósági paramétereitől azt várjuk, hogy azonosak azokkal a megbízhatósági paraméterekkel, amelyeket a tananyagban nem szereplő /un. teszt/ megfigyelések besorolása esetén kapunk. Ha az 1000 elemű tananyag automatikus osztályozásakor, 10

téves besorolás adódik, akkor az eljárás gyakorlati alkalmazásakor 1 %-os hibával /99 %-os megbízhatósággal/ számolunk.

Hangsúlyozni kell, hogy a tananyag alapján számított megbízhatósági paraméterek a tesztanyag esetében adódó paraméterektől jelentős mértékben eltérhetnek, vagyis egy osztályozási algoritmus gyakorlati alkalmazásával kapcsolatos döntés nem alapulhat a tananyag alapján számolt megbízhatósági paramétereken.

A tananyagnak megfelelő, várakozáson felüli megbízhatósági paraméterek alapján megindított rutinszerű alkalmazások várakozáson aluli eredményeket /"fej vagy irás"-nak megfelelő extern hibát/ szolgáltathatnak.

Ha feltételezzük, hogy a tananyagban a különböző osztályokban nincs azonos megfigyelés, akkor pl. az "NN" /Nearest Neighbour vagyis a "legközelebbi szomszéd"/ eljárás a tananyag esetében mindig 100 %-os megbízhatóságot eredményez.

MEISEL [11] bizonyította - a bizonyítást nem részletezzük - hogy az előbbi feltételezés esetén létezik olyan folytonosan differenciálható diszkriminancia függvény /DF/, amely 100 %-osan megbízható, vagyis a tananyag teljes mértékben "megtanitható".

HAAR függvényeken alapuló DF-ek vizsgálata során kapott eredményeink azt mutatták, hogy jól szeparált populációk esetében az intern hiba - függvények számának növelésével - tetszőlegesen csökkenthető. Egy osztályozási eljárás extern megbízhatósági paramétereinek becslésére a következő módszer alkalmazható:

A megfigyelési osztályokat reprezentáló NT elemű mintát - véletlenszerűen - két csoportba soroljuk. Az első csoportba sorolt megfigyelések alkotják a DA kiindulási adatait, vagyis a tananyagot, míg a második csoport, a tesztanyag alapján számolt megbízhatósági paramétereket a tényleges paraméterek becslésének tekintjük.

Az eljárás többszöri ismétlésével - a két csoport arányának függvényében - a megbízhatósági paraméterek egy-egy becslését kapjuk. A becslési eljárás segítségével a megfigyelési osztályok komplexitása, illetve az alkalmazott osztályozási eljárás hatékonysága "feltérképezhető".

A becslési módszer határesetben az ún. "one out" /"egy törölve"/ eljárás, amelynek lényege a következő:

- a./ Kihagyunk egy megfigyelést az NT elemű mintából, majd az így kapott NT-1 elemű minta alapján meghatározzuk a döntési eljárás ismeretlen

paramétereit. Az így kapott döntési szabályt alkalmazzuk a kihagyott megfigyelés esetében.

b./ Az eljárást NT-szer megismételjük.

A kihagyott megfigyelések besorolási biztonságát jellemző paraméterek az osztályozási eljárás megbízhatóságának - a komplexitás illetve a mintanagyság figyelembe vételével - jó becslését szolgáltatják.

A "one out" eljárás előnyös sajátossága, hogy nagy tananyag esetében a döntési eljárás paramétereinek meghatározására szolgáló NT-1 elemű minta gyakorlatilag azonos a teljes tananyaggal, viszont ebben az esetben az NT számú döntési szabály kiszámítása - különösen számításigényes osztályozási algoritmusoknál - számítástechnikailag meglehetősen nehézkes és gépidőigényes feladat.

A "one out" eljárás másik problematicus vonása, hogy eredményeképpen NT számú döntési szabályt kapunk, tehát döntenünk kell, hogy ha az eljárás kedvező megbízhatósági paramétereket eredményez, milyen döntési szabályt alkalmazzunk az osztályozási eljárás gyakorlati, "éles" felhasználásakor.

Mivel az NT számú döntési szabály meghatározására szolgáló tananyagok mindig csak két megfigyelésben különböznek, arra következtethetünk, hogy az a döntési sza-

bály, amely a teljes tananyag figyelembe vételével készül,  
lényegében megegyezik az egyes megfigyelésekhez tartozó  
tananyagokkal, hiszen bármelyiktől csak egy megfigyelés-  
ben különbözik.

Következtetésünk helytálló, ha egy mérés törlése a  
döntési algoritmus szabad paramétereit lényegében változat-  
lanul hagyja, illetve ha a tananyag a figyelembe vett vál-  
tozók számához viszonyítva relative nagy. Az extern meg-  
bizhatósági paraméterek becslésének kiindulási adatait  
a 349 fős, orvosilag felülvizsgált populáció alkotta. A  
számításokat az előzőekben említett "CARDINAL" program-  
csomag segítségével végeztük. A "CARDINAL" programcsomag-  
ba beépített osztályozási eljárás a WALSH függvényeken  
alapul.

Az eljárás adaptív, vagyis

- az egyes megfigyelési osztályok elemszáma, illetve
- az egyes tüneteknek, tünetcsoportoknak megfelelő

WALSH függvények száma

újraszámítás nélkül növelhető, illetve csökkenthető, ami  
az extern paraméterek meghatározásánál számítástechnikai-  
lag jelentős előnyt jelent.

A "CARDINAL" programcsomag a "one out" eljárást hasz-  
nálja, a tárolt tananyagból véletlenszerűen kiválasztott



aktuális tananyag alapján. A program által generált aktuális tananyag mérete százalékban adható meg. 100 % esetén a program a tárolt tananyag alapján számol.

A "CARDINAL" programcsomag SAJÁTNYELVÜ, vagyis felhasználói szinten minimális módszertani-számítástechnikai ismereteket igénylő rendszer.

A rendszer programjai FORTRAN, illetve ASSEMBLER nyelven készültek, a DOS/ESZ operációs rendszer felügyelete alatt min. 256 K-s berendezésen futtathatók. A futtatásokat R-22-es berendezésen végeztük. A program komplex aritmetikát használ. A programcsomag alapvető utasításait az 1. ábra szemlélteti.

A bekeretezett négyzetben található utasítások technikai jellegűek. Az első érdemi utasítás az "MTRX", amely a tananyag előállítására, bővítésére használható.

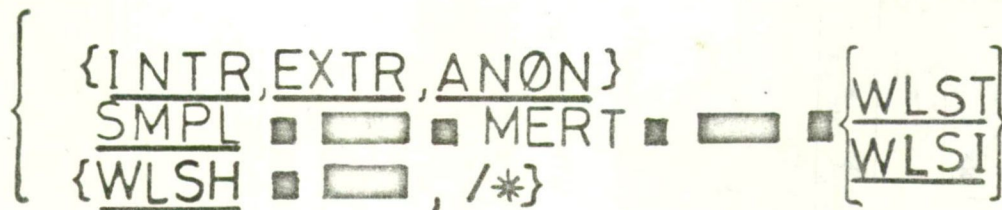
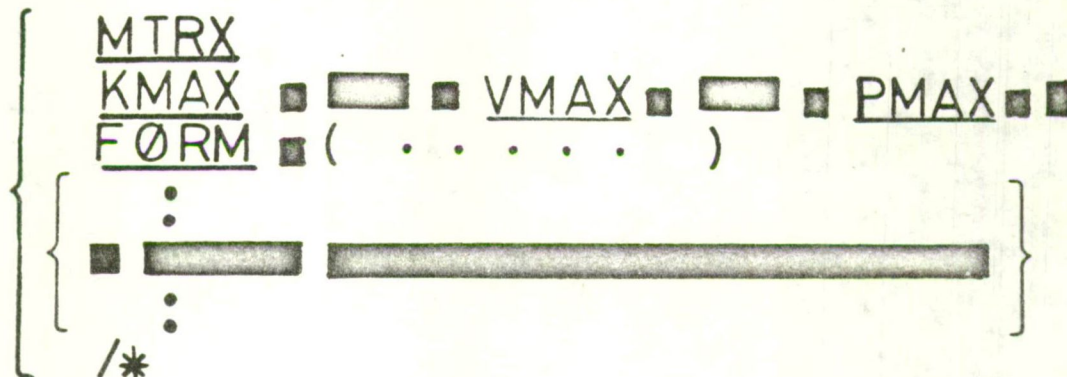
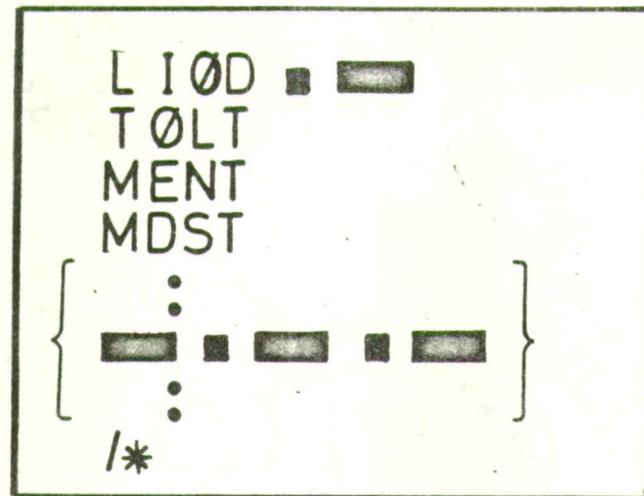
Az "MTRX" utasításhoz tartozó paraméterek:

KMAX = a tananyagban szereplő kérdőívek maximális száma,  
a későbbi orvosi felülvizsgálatok figyelembe vételével;

VMAX = a kérdőíven szereplő válaszok maximális száma,  
vagyis a válaszvektor hossza;

PMAX = a megfigyelési osztályok száma;  
értéke 2 illetve 3 lehet !

# CARDINAL UTASITÁSOK



Megkötés: max. /KMAX VMAX/ kisebb vagy egyenlő mint  
60000 !

"CARDINAL" programcsomag rendszerparaméterei:

LMAX = az egyes kérdésekhez tartozó válaszlehetőségek  
maximális száma.

Megkötés: max. LMAX kisebb vagy egyenlő mint 256 !

A válaszokat a 0, 1, ..., 255 egész számokkal  
kódoljuk.

A rendszer a válaszokat 1 byte-os mezőkben tárolja.

VMAX = a tárolt és a kinyomtatott táblázat alapján sor-  
számmal azonosítható WALSH függvények /vizsgálati  
szempontok/ maximális száma;

Megkötés: max. WMAX = 600 ! illetve

minden egyes WALSH függvény max. 3 tünetből  
álló tünetcsoportot reprezentálhat !

Esetünkben WMAX = 570.

Pl. az aktuális táblázatban a

026. WLSH = MERA \*\* 1 /1. vérnyomás/

027. WLSH = MERA \*\* 2 /2. vérnyomás/

.

.

.

540. WLSH = EJVI \*\* 1 KOHE \*\* 1 CIAN \*\* 1

.

.

.

A 2. ábra egy "CARDINAL" utasítássorozat részletét szemlélteti.


Megjegyezzük, hogy a programcsomag az utasítások hívásának logikai sorrendjének helyességét - a normál programozási nyelvekhez hasonlóan - nem ellenőrzi, bár bizonyos utasítások, elmaradása esetén /pl. LIOD/ standard feltételezésekkel él.

A programcsomag tervezésekor a közeljövőben belépő terminálos üzemmód lehetőségét figyelembe vettük.

A 3. ábra néhány futtatási eredményt szemléltet.

A továbblépéssel kapcsolatos elképzeléseinket a másik szekcióban tartott előadásunk ismerteti.

# CARDINAL PL:

.  
.  
EXTR  
{ SMPL ■ 100 ■ MERT ■ 011 ■ WLSI  
WLSH ■ 026  
WLSH ■ 027  
/\*  
.  
.  
ANON  
{ SMPL ■ 100 ■ MERT ■ 011 ■ WLST  
WLSH ■ 029  
.  
.  
0 ■   
.  
/\*

# CARDINAL

VM %	W	VD		SZ		SP	
		IN	EX	IN	EX	IN	EX
100	29						
		87,3	87,0	87,0	86,6	88,2	88,2
50	29						
		88,2	86,2	86,4	85,0	92,7	89,1
50	29						
		85,3	85,0	87,3	87,3	80,0	79,1
100	56						
		86,3	86,0	86,6	86,6	85,5	84,6
50	56						
		83,5	82,0	83,8	81,6	82,8	82,8
100	540						
		85,5	—	86,3	—	83,6	—



I r o d a l o m

- [1] Brodman, K., van Woerkom, A. J.: Computer-Aided Diagnostic Screening for 100 Common Diseases, JAMA, 197, 11, 179 p. 1966.
  
- [2] Csébfalvi Gy., Szilárd I.: Cardiovascularis kérdőíves előszűrés adatainak számítógépes elemzése, standardizált metodika kidolgozása; Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 7. Neumann J. Kollokvium. Szerk.: Muszka D., Székely S., Hantos Z., Madarász I., Csernay L., 465 p. Szeged, 1976.
  
- [3] Csébfalvi Gy., Szilárd I., Tényi J.: Nemparaméteres statisztikai módszerek alkalmazása a kérdőíves cardiovascularis előszűrés adatainak számítógépes értékelésében, 8. Neumann J. Kollokvium. Szerk.: Muszka D., Székely S., Madarász I., 109 p. 1977.
  
- [4] Fu K.S.: Sequential Methods in Pattern Recognition and Machine Learning, Mathematics in Science and Engineering Vol. 52. Academic Press, New York, 1968.

- [5] Ghyczy K., B. Nagy A.: Kérdőívek automatikus értékelése mint a kórismézés önálló eszköze, *Cardiologia Hungarica* 5, 4, 223 p. 1976.
- [6] Gyárfás I. és mtsai: Az acut myocardialis infarctus epidemiológiai és klinikai diagnózisa, *Cardiologia Hungarica* 5, 3, 155 p. 1976.
- [7] Hershberg, P. I. és mtsai: The Medical History Question as a Health Screening Test. *Arch. Intern. Med.* 127, Feb. 266 p., 1971.
- [8] Himbert, J. és mtsai: Premiers résultats de l'application aux maladies cardiovasculaires d'une nouvelle conception de la médecine préventive utilisant le traitement automatique de l'information par ordinateur, *Arch. Mal. du Coeur*, 64, 4, 538 p. 1971.
- [9] Holland W. W., Gilderdale S.: *Epidemiology and Health*, Henry Kompton Publishers, London, 1977.
- [10] Kovács J. és mtsai: Komputer alkalmazása a lakosság tömeges szűrővizsgálatában, *Egészségügyi Gazdasági Szemle* 9, 3, 369 p. 1971.
- [11] Meisel S. W.: *Computer-Oriented Approaches to Pattern Recognition, Mathematics in Science and Engineering* Vol. 83. Academic Press, New York, 1972.



- [12] Szilárd I. és mtsai: Első tapasztalataink a cardiovascularis betegségcsoport kérdőíves előszűrésével kapcsolatban egy városi körzetben, A Magyar Egészségügyi Szervezők Tudományos Egyesületének Kongresszusa, Szeged, 1975.